

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-142622

⑬ Int. Cl.³
G 02 F 1/31
1/13
// G 02 B 5/174

識別記号

厅内整理番号
7529-2H
7448-2H
8106-2H

⑭ 公開 昭和57年(1982)9月3日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑮ 光スイッチ

⑯ 特 願 昭56-27831

⑰ 出 願 昭56(1981)2月27日

⑱ 発明者 河内正夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字
白根162番地日本電信電話公社
茨城電気通信研究所内

⑲ 発明者 岡本勝就

茨城県那珂郡東海村大字白方字
白根162番地日本電信電話公社

茨城電気通信研究所内

⑳ 発明者 枝広隆夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字
白根162番地日本電信電話公社
茨城電気通信研究所内

㉑ 出願人 日本電信電話公社

㉒ 代理人 弁理士 鈴江武彦

明細書

1. 発明の名称

光スイッチ

2. 特許請求の範囲

2枚の基板間に液晶層を介在せしめた液晶セル構造を有し、該基板の少くとも一方の内面と該液晶層との間に光導波路を設け、該液晶層の両面又は片面に電圧を印加し分子配光を変化させる電極を設けたことを特徴とする光スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は小型にして且つ低電圧動作する光スイッチに関するものである。

近時光通信方式の進展に伴い各種の光スイッチが要望されているものである。

而して光スイッチを大別するとファイバーやプリズム等の適切な形状の光学素子を機械的に駆動して光路の切換えを行う機械型式のものと、電気光学効果や音響光学効果を利用した電子型式のものとに分けることが出来る。この内可動部分の多い電子式の方が望ましいが、 LiNbO_3 や

$\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ の結晶を用いた電子式光スイッチは印加電圧が高く且つ調節特性が十分でないという欠点があった。

近時液晶が低電圧印加により極めて大きな電気光学効果を示すことに着目して光スイッチを構成する試みがなされている。例えば米国スパリーリサーチセンター社の R.A.Soref らは *Optics Letters* 誌 Vol. 5 No. 4 (1980) P 147 ~ 149 に、又米国ベル研究所の R.E.Wagner らは *Applied Optics* 誌 Vol. 19, No. 17 (1980) P. 2921 ~ 2925 に研究報告を発表しているが、これらの報告にて提案されている光スイッチ構成は液晶膜にプリズムを組合せたバルク形の構成であり、集積化が困難であるという欠点があった。

本発明はかかる欠点を改善せんとして鋭意研究を行った結果、光導波路と液晶層とを組合せてなり、小型にして且つ低電圧動作でしかも他の光回路素子との集積化も可能な光スイッチを見出したものである。即ち本発明は2枚の基板

間に液晶層を介在せしめた液晶セル構造を有し、該基板の少くとも一方の内面と該液晶層との間に光導波膜を設け、該液晶層の両面又は片面に電圧を印加し分子配光を変化させる電極を設けたことを特徴とするものである。

本発明の1例を図面について説明する。

第1図及び第2図は本発明の原理例を示す概略説明図であり、第1図において光導波膜1とこの上に形成した薄い透明電極3とを設けた基板5と、帯状電極4を設けた基板6との間にネマチック液晶層6が介在している。又液晶層が接する壁面3a及び3bには接する液晶分子が壁面に平行(3b, 5bの方向)に配列するよう平行配向処理が施してある。又帯状電極4の方向は平行配向処理方向3b, 5bとほぼ一致させておく。帯状電極4の下部位置の光導波膜1に矢印7の方向から入射する光が感ずる液晶層6の屈折率は電極3と電極4との間に電圧を印加しない場合、液晶分子配向の短軸方向の屈折率 n_1 である。ここで液晶分子の長軸方向の屈

折率 n_2 は $n_2 > n_1$ の関係にあるが、更に光導波膜1の屈折率 n と $n > n_2 > n_1$ の関係を満たすように予め液晶の組成及び光導波膜1の材質を設定してある。この条件下では矢印7の方向から入射した光は、光導波膜1の中にとじこまれて伝播していくが光導波膜1の面内方向の光の閉じ込め作用は弱い。

ここで第2図Aに示す如く電極間に電圧を印加すると帯状電極4の下部の液晶分子は電界方向即ち壁面3a, 3bに垂直に整列する。この場合液晶としては正の誘電異方性を有するものを選択しておくことが必要である。このような液晶分子配向条件下では第1図7aの偏光方向をもつ入射光の感ずる液晶層屈折率は n_1 と変化はないが、7bの偏光方向をもつ入射光の感ずる屈折率は帯状電極4の下部では n_2 に増加し、その部分の光導波膜1の等価屈折率が増加し、7bの偏光は帯状電極4の下部の光導波膜部へ閉じ込められることになる。

又第2図Bは光導波膜1上の透明電極も帯状

とし、しかも帯状電極4との位置関係をずらしたものであるが、この場合には電圧印加により液晶分子は斜めに配向し、帯状電極4の下部を伝播する光の感ずる液晶層6の屈折率は偏光方向7a, 7bによらず増加し、帯状電極4の下部光導波膜部への閉じ込め作用が増加する。

又本発明において第1図及び第2図は電極を液晶層6の両面に設けてこの両電極間に電圧を印加しているものであるが、必ずしもとのよう構成する必要はなく、液晶層の片面のみに帯状電極を離間せしめて並列せしめ、この電極間に電圧を印加せしめてもよい。

このように本発明はまず光導波膜1を伝播する光の閉じ込め作用を、それに接する液晶層の分子配向を部分的に変化させることにより制御できることに注目してなされたものであり、第3図に具体的な本発明光スイッチへの応用例を示す。

第3図は基板5に設けられた帯状電極は4a, 4b, 4c, 4dに分割されたY字型に構成している。

帯状電極4a, 4bと透明電極3との間に電圧を印加すると、4a, 4bの下部の液晶分子のみが壁面に垂直に配向し、7bの偏光方向をもち、7aの方向から入射した光は4a, 4bの下部の光導波膜部へ閉じ込められ、7aの方向に出射する。帯状電極4c, 4dと透明電極3との間に電圧を印加した場合には7aの方向へ出射することとは勿論であり、光の進行方向を切換える光スイッチが構成されることになる。7bの偏光方向の光をも切換える機能を有する光スイッチを構成するには第2図Bの原理図にもとづいて光導波膜1の上部にもY字型電極4a, 4b, 4cに対応し、しかも位置をずらしたY字型電極を設けておけばよい。

又第4図は本発明光スイッチの別の原理説明図を示すものであり、光導波膜1a, 1bを設けた基板5, 6の間にネマチック液晶層6を介在せしめたものである。光導波膜1a, 1b上には対向する透明電極3及び4が設けられている。なお本発明はこのように光導波膜を液晶層

の両面に設けててもよい。

又液晶が接する内壁面には接する液晶分子が β の方向に配列するような平行配向処理が施している。ここで光導波膜 1_a , 1_b の屈折率 n_a , n_b は $n_2 > n_1$ と、 $n_1 < n_a < n_2 < n_b$ の関係を満たすように設定してある。電圧無印加の状態では、第4図Aに示す如く γ の方向から入射する偏光 γ は液晶層の屈折率として α を感じ、光はそのまま光導波膜 1_a 内を伝播する。然し透明電極 3 と 4 との間に電圧を印加すると第4図Bに示す如く、これらの電極間の液晶分子は壁面に垂直に配向し、等価的な屈折率は n_2 へと増加し、光導波膜 1_a を伝播してきた偏光は透明電極 3 及び 4 間で液晶層を通過し、更に光導波膜 1_b へと伝播していく。このように液晶分子配向を電界の作用で部分的に変化させることにより光導波膜を伝播する光の進行方向を制御せしめることができる。

第5図は第4図の原理に基づき、 β の応用例を示したものであり、Aは正面断面図Bは平面

図である。ここで帯状光導波膜 1_a は基板 5 に、帯状光導波膜 1_b , $1_b'$ は基板 5 に夫々埋め込まれている。この場合 γ の方向から入射する偏光 γ は、透明電極 3 及び 4 、或は δ 及び δ' との間ににおいて、電圧を印加しない場合には帯状光導波膜 1_a を伝播し、 β の方向に出射する。しかし透明電極 3 及び 4 との間に電圧を印加すると、第4図の原理に基いて光は透明電極 3 及び 4 との間に帯状光導波膜 1_a から 1_b に移り、 β の方向に出射する。透明電極 δ 及び δ' 間に電圧を印加した場合には β の方向に光が反射し光スイッチが構成される。

なお本発明において基板 5 及び 6 は接着剤等の材料により一体化された所謂液晶セル構造を有していることはいうまでもない。

又本発明において使用する基板としては、ガラス板、プラスチック板、結晶板などであり、例えばガラス板の場合組成により屈折率値を1.45～1.95程度の範囲で選べばよい。光導波膜の屈折率は勿論これを保持する基板の屈折

率値より0.5～5%程度大きくしておく必要がある。液晶の屈折率は組成により $1.45 < n_1 < n_2 < 1.8$ 程度の範囲にあり、 n_2 と n_1 との差は0.1～0.2程度である。本発明を実施するに際し、光導波膜と液晶との屈折率値が必要条件を満たすように組成を選定する必要がある。

次は本発明の実施例について第5図に基づき説明する。

基板 5 としてBK7ガラス(屈折率1.52)を選び、電解熱拡散法によりAgを必要部分に拡散せしめ、 $n_a = 1.55$ の帯状光導波路 1_a を巾50μm、深さ50μmに形成した。又基板 6 としてはK₂F1ガラス(屈折率1.55)を選び、TLを必要部分に拡散せしめて $n_b = 1.63$ の帯状光導波路 1_b , $1_b'$ を巾50～70μm、深さ30μmに形成した。又透明電極 3 , 4 及び δ , δ' はIn₂O₃を500Å厚に蒸着した後、フォトエッチング操作により形成した。壁面への平行配向処理はSiO₂の斜め蒸着法により施した。

又液晶 6 としては、メルク社のPCH 1132

($n_1 = 1.48$, $n_2 = 1.61$)を使用し、液晶層厚は10μmとした。スペーサ及び接着剤によりセル構造にした後、 γ 方向偏光 γ (He-N₂レーザ光0.6328μm)を入射させたところ、入射光はほとんど減衰することなく β 方向に出射した。

又透明電極 3 及び 4 との間に20Vの交流電圧(1kHz)を印加したところ入射光の70%程度は β 方向へ出射した。このとき β 方向への漏れ光は0.2%以下であり十分なSN比をとることが出来た。又透明電極 δ 及び δ' 間に電圧印加した場合には β 方向へ出射し光スイッチ機能を確認することが出来た。

以上詳述した如く本発明によれば20V程度の低電圧にて動作し、しかも液晶の低消費電力性を活かした光スイッチを構成することができた。この駆動電圧は10V以下に低下せしめることもでき、MOS型集積回路による直接駆動も可能となる。又本発明は小型化にすることが出来ると共に導波路形分光路回路や合波回路及び光源、

第1図

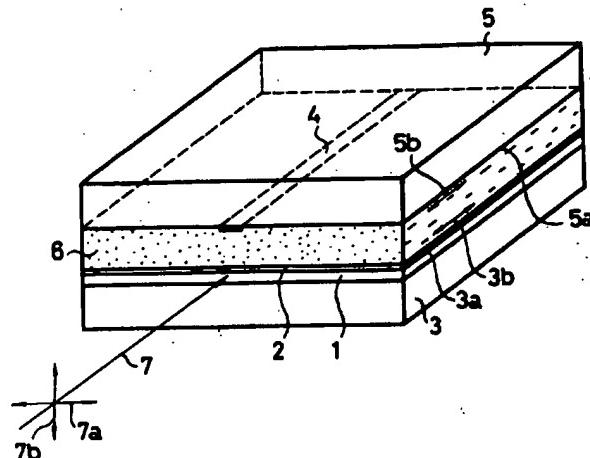
受光器等と同一基板上に集積化できる等頭着効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図及び第4図は本発明光スイッチの原理の1例を示す概略説明図、第3図及び第5図は本発明光スイッチの応用例を示す概略説明図である。

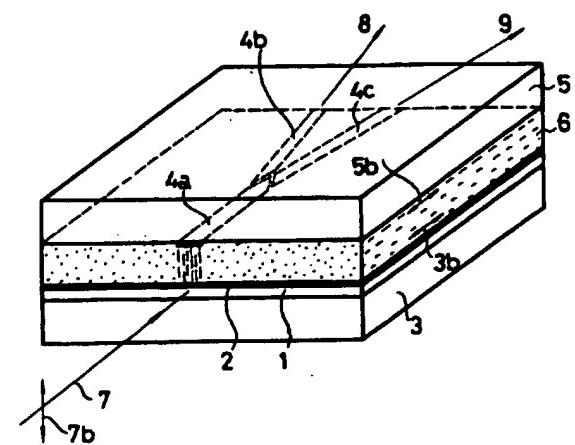
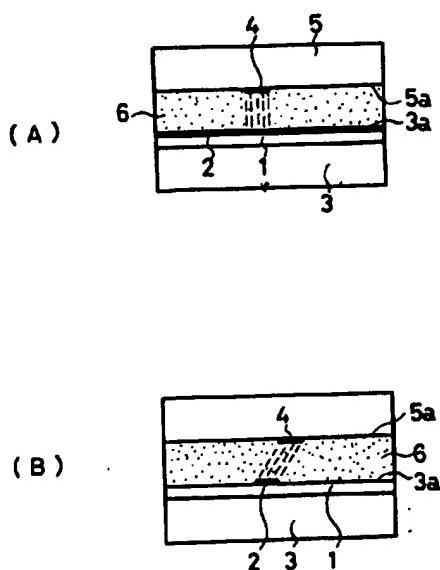
1…光導波膜、2…透明電極、3、5…基板、
4…帯状電極、6…液晶層。

出願人代理人弁理士鈴江武彦

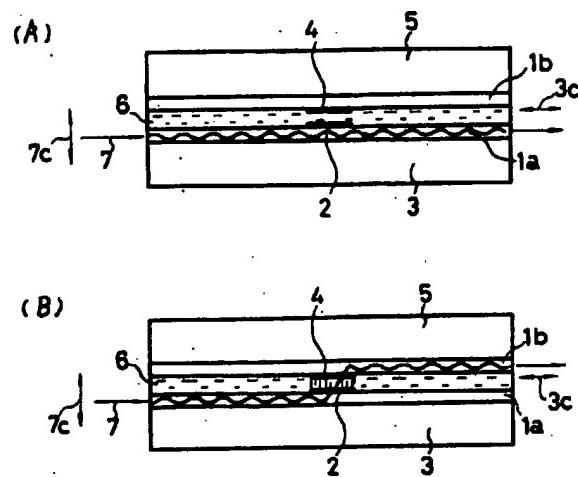


第2図

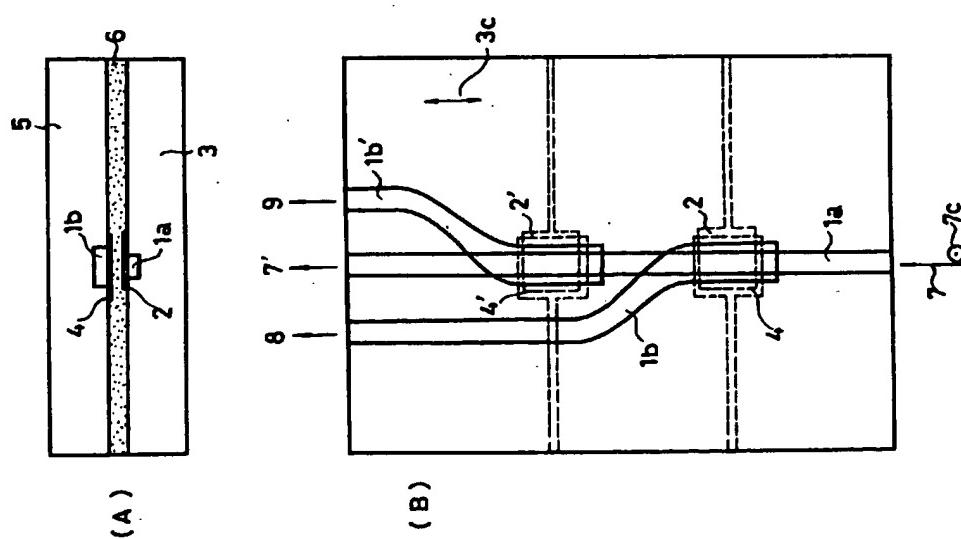
第3図



第4図



第5図



PAT-NO: JP357142622A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 57142622 A
TITLE: PHOTOSWITCH
PUBN-DATE: September 3, 1982

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KAWACHI, MASAO
OKAMOTO, KATSUNARI
EDAHIRO, TAKAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>	N/A

APPL-NO: JP56027831

APPL-DATE: February 27, 1981

INT-CL (IPC): G02F001/31, G02F001/13 , G02B005/174

ABSTRACT:

PURPOSE: To make the reduction in size, the driving on lower voltage and the integration with other optical circuit elements possible by changing the molecular orientation of a liquid crystal layer partially thereby controlling the confinement effect of the light propagating in the optical waveguide film.

CONSTITUTION: If beltlike electrodes 4a, 4b, 4c of a Y shape are provided to a substrate 5, and voltage is applied between 4a, 4b out of said electrodes and a transparent electrode 2, only those in the lower parts of the 4a, 4b out of liquid crystal molecules 6 orient perpendicularly to the wall surface, and the equivalent refractive index of the parts corresponding to the lower parts of the 4a, 4b out of an optical waveguide film 1 is increased by this phenomenon and therefore the light which has the polarization direction of 7b and is made incident from the direction of the 7 shown in the figure is confined in the optical waveguide film parts in the lower part of the 4a, 4b, and emits in the direction of 2. When voltage is applied between the electrodes 4a, 4b and the electrode 2, the light emits in the direction of the 9 shown in the figure in the same manner, thus switching of the light is made possible.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio